

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**Bruno Ruberto Schavetock**

**EFICÁCIA DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS COMERCIAIS NO  
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM  
MICOTOXINAS**

Santa Maria, RS  
2022

**Bruno Ruberto Schavetock**

**EFICÁCIA DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS COMERCIAIS NO  
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM  
MICOTOXINAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração Sanidade e Reprodução Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência Animal**.

Orientador: Prof. Dr. Helton Fernandes dos Santos

Santa Maria, RS  
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Schavetock, Bruno  
EFICÁCIA DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS COMERCIAIS NO  
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM  
MICOTOXINAS / Bruno Schavetock.- 2022.  
33 p.; 30 cm

Orientador: Helton Fernandes dos Santos  
Coorientador: Paulo Dilkin  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2022

1. Ácidos orgânicos 2. Micotoxinas 3. Frangos de  
corte 4. Desempenho zootécnico I. Fernandes dos  
Santos, Helton II. Dilkin, Paulo III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, BRUNO SCHAVETOCK, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Bruno Ruberto Schavetock**

**EFICÁCIA DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS COMERCIAIS NO  
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM  
MICOTOXINAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração Sanidade e Reprodução Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência Animal**.

**Aprovado em 31 de março de 2022:**

---

**Helton Fernandes dos Santos**  
(Presidente/Orientador)

---

**Adriano Olnei Mallmann Dr.**

---

  
**Catarina Stefanello PhD. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2022

## RESUMO

### EFICÁCIA DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS COMERCIAIS NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM MICOTOXINAS

AUTOR: Bruno Ruberto Schavetock

ORIENTADOR: Prof. Dr. Helton Fernandes dos Santos

A utilização de ácidos orgânicos na nutrição das aves possui importância devido a sua capacidade de regulação intestinal suprimindo bactérias patogênicas e melhorando a barreira intestinal, podendo ter utilização em substituição a antibióticos promotores de crescimento. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos de produtos comerciais compostos por ácidos orgânicos, utilizados nas dietas e na água de bebida de frangos, desafiados com micotoxinas. Foram utilizados 1296 frangos de corte da linhagem Cobb 500<sup>®</sup>, machos e que tiveram desempenho produtivo avaliado de 1 a 42 dias de idade. Os animais foram dispostos aleatoriamente em 6 tratamentos com 8 repetições de 27 animais cada, totalizando 216 aves por tratamento. Todos os grupos receberam dieta basal, sendo o grupo T1 fornecido apenas a dieta basal, no grupo T2 foram adicionados na ração: 0,15 mg/kg de aflatoxinas (Afla), 50 mg/kg de fumonisinas (Fumo) e 25 mg/kg de deoxinivalenol (Don). Nos grupos T3 ao T6 foram adicionadas as micotoxinas do grupo T2 e três produtos comerciais denominados como produtos A, B e C. O produto A (composto fenólico, butiratos e ácidos graxos de cadeia média) na seguinte maneira: 1,5 kg/t (fase inicial), 1 kg/t (fase de crescimento) e 0,5 kg/t (fase final), o produto B (composto por minerais de argila esmectita, biopolímero de glicose e  $\beta$ -glucanos) foi adicionado 1,5 kg/t na ração e o produto C (composto por uma combinação de ácido acético e ácido fórmico) foi diluído na água de beber na concentração de 1 litro por m<sup>3</sup> de água. No grupo T3 foi adicionado produto B; no grupo T4 os produtos A, B e C, no grupo T5 os produtos A e B e no grupo T6 os produtos B e C. Os parâmetros de desempenho utilizados foram: Ganho de peso, conversão alimentar, consumo alimentar e ganho de peso diário. Os resultados indicaram que a inclusão das micotoxinas aflatoxinas, fumonisinas e deoxinivalenol com ou sem tratamento não influenciaram significativamente o consumo de ração nem a conversão alimentar durante o período experimental. No entanto, o impacto observado nos demais indicadores de produtividade (ganho de peso e ganho de peso diário) demonstraram um quadro assintomático melhorando esses indicadores quando comparados ao tratamento 2 contendo só as micotoxinas.

**Palavras-chave:** Ácido orgânico. Desempenho zootécnico. Frangos de corte. Micotoxina.

## **ABSTRACT**

### **EFFECTIVENESS OF COMMERCIAL ORGANIC ACIDS IN THE PERFORMANCE OF MYCOTOXINS CHALLENGED IN BROILERS CHICKENS**

**AUTHOR:** Bruno Ruberto Schavetock

**ADVISOR:** Prof. Dr. Helton Fernandes dos Santos

The use of organic acids in poultry nutrition is important due to its ability to regulate the intestine, suppressing pathogenic bacteria and improving the intestinal barrier, and may be used as a replacement for growth-promoting antibiotics. The aim of this study was to evaluate the effects of commercial products composed of organic acids, used in the diets and drinking water of chickens challenged with mycotoxins. A total of 1296 male Cobb 500® broilers that had their productive performance evaluated from 1 to 42 days of age were used. The animals were randomly arranged in 6 treatments with 8 replicates of 27 animals each, totaling 216 birds per treatment. All groups received a basal diet, with the T1 group being fed only the basal diet, in the T2 group, 0.15 mg/kg of aflatoxins (Afla), 50 mg/kg of fumonisins (Fumo) and 25 mg/kg of deoxynivalenol (Don). In groups T3 to T6, mycotoxins from group T2 and three commercial products called products A, B and C were added. Product A (phenolic compound, butyrates and medium chain fatty acids) in the following manner: 1.5 kg/t (initial phase), 1 kg/t (growth phase) and 0.5 kg/t (final phase), product B (composed of smectite clay minerals, glucose biopolymer and  $\beta$ -glucans) was added 1.5 kg/t in the ration and the product C (composed of a combination of acetic acid and formic acid) was diluted in the drinking water at a concentration of 1 liter per m<sup>3</sup> of water. In group T3, product B was added; in group T4, products A, B and C, in group T5, products A and B and in group T6, products B and C. The performance parameters used were: weight gain, feed conversion, feed intake and daily weight gain. The results indicated that the inclusion of afla, fumo and don mycotoxins with or without treatment did not significantly influence feed intake or feed conversion during the experimental period. However, the impact observed in the other productivity indicators (weight gain and daily weight gain) showed an asymptomatic condition, improving these indicators when compared to treatment 2 containing only mycotoxins.

**Keywords:** Mycotoxins. Organic acids. Zootechnical performance. Broilers.

## LISTA DE TABELAS

### 3. ARTIGO

Tabela 1-	Distribuição dos delineamentos experimentais das aves de acordo com suas doses de produtos e quantidades de cada micotoxinas adicionadas nas dietas.....	25
Tabela 2-	Consumo de ração das aves alimentadas com dieta contendo micotoxinas, suplementadas ou não com os produtos A, B e C por 42 dias.....	26
Tabela 3-	Peso corporal das aves alimentadas com dieta contendo micotoxinas, suplementadas ou não com os produtos A, B e C, por 42 dias.....	27
Tabela 4-	Ganho de peso diário das aves alimentadas com dieta contendo micotoxinas, suplementadas ou não com os produtos A, B e C, por 42 dias.....	28
Tabela 5-	Conversão alimentar das aves alimentadas com dieta contendo micotoxinas, suplementadas ou não com os produtos A, B e C, por 42 dias.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFB <sub>1</sub>	Aflatoxina B <sub>1</sub>
AFB <sub>2</sub>	Aflatoxina B <sub>2</sub>
Afla	Aflatoxinas
DON	Deoxivalenol
FAO	Food and Agriculture Organization
FB <sub>1</sub>	Fumonisina B <sub>1</sub>
FB <sub>2</sub>	Fumonisina B <sub>2</sub>
FUMO	Fumonisin

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
2.1. MICOTOXINAS .....	10
2.2. ÁCIDOS ORGANICOS .....	12
<b>3. ARTIGO</b> .....	14
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	30
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem ocupado lugares de destaque no mercado internacional. Com isso há uma perspectiva de aumento no consumo interno da carne de frango, onde essa é uma fonte de proteína barata para a população. Devido a esses fatores se faz necessário a realização de novas pesquisas, tecnologias e investimentos nessa cadeia.

Atualmente, em vários países é proibido o uso de antibióticos melhoradores de desempenho em frangos de corte destinados ao consumo humano. Devido a isso a busca por aditivos alternativos, melhoradores de desempenho têm sido estudados. Os ácidos orgânicos são uma opção muito explorada, pois afetam positivamente a atividade avícola e não deixa resíduos na carne.

A proliferação de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal de aves deve ser minimizada por meio de práticas adequadas de manejo e nutrição. Com isso os ácidos orgânicos podem ser utilizados como alternativa, com intuito de promover melhorias na saúde intestinal e capacidade digestiva das aves (PICKLER et al., 2012), por meio da manutenção da integridade da mucosa intestinal (RODJAN et al., 2017). Outro benefício do uso de ácidos é a capacidade desses componentes de melhorar os parâmetros produtivos dos animais suplementados. Atuam diminuindo o pH gástrico, potencializando a ação de enzimas digestivas como a pepsina e outras. Com maior atividade enzimática ocorre um aumento na digestão de nutrientes, especialmente de proteínas, o que pode diminuir os custos e aumentar a produtividade das aves (HERNADEZ et al., 2006).

Por outro lado, com esse crescimento da cadeia produtiva exige uma maior produção de rações, com isso são utilizados vários cereais como matéria prima. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), cerca de 25% dos cereais produzidos no mundo apresentam contaminação por micotoxinas. A presença desses metabólitos tóxicos em grãos ocasiona um prejuízo estimado em 1 bilhão de toneladas por ano (FAO, 2015).

As micotoxinas são metabólitos secundários, produzidos por fungos filamentosos, que contaminam diversas matérias-primas utilizadas para a alimentação animal, sendo altamente tóxicas. Mais de quinhentas micotoxinas são conhecidas na atualidade, as

maiores causadoras de prejuízos são as aflatoxinas, produzidas pelos fungos do gênero *Aspergillus* (*Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*); as ocratoxinas, produzidas pelo fungo da espécie *Aspergillus ochraceus* e espécies do gênero *Penicillium*; e as fusariotoxinas, sendo representados pela zearalenona, tricotecenos e fumonisinas (MALLMANN; DILKIN, 2007).

As micotoxinas são responsáveis por causar diversos sinais clínicos, os quais dependem do tipo e da concentração nas dietas, da espécie animal acometida, da idade e do sexo, de aspectos nutricionais e do estado de saúde do indivíduo no momento da exposição (ROSA et al., 2001). Dentre as principais alterações metabólicas, estão a inibição da síntese proteica, dos ácidos nucleicos e dos lipídios stress oxidativo e interrupção do ciclo celular (CREPPY et al., 2004; LUMEIJ, 1997; BRADBURN; COKER, 1993; ELLIS et al., 1991).

Este estudo apresenta os resultados da eficácia dos produtos comerciais, a base de ácidos orgânicos, adicionado na ração ou na água de frangos de corte, desafiados com micotoxinas. Para isso foram avaliados os desempenhos zootécnicos (ganho de peso, ganho de peso diário, consumo de ração e conversão alimentar).

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 MICOTOXINAS**

Micotoxinas são substâncias resultantes do metabolismo secundário de diversas linhagens de fungos filamentosos, de ocorrência mundial, predominando em climas tropicais e subtropicais, onde o desenvolvimento fúngico é favorecido por fatores como condições de umidade e temperatura (MALLMANN; DILKIN, 2007). Quando as micotoxinas são ingeridas, tanto pelo homem quanto por animais, podem produzir diversos efeitos deletérios à saúde, sobretudo por suas propriedades carcinogênicas, teratogênicas, estrogênicas, anabolizantes, mutagênicas, hemorrágicas e nutricionais (KUMAR et al., 2008; MALLMANN; DILKIN, 2007).

Em consequência disso o consumo de ração animal contaminada por micotoxinas incluem: diminuição da ingestão alimentar, piora da conversão alimentar, diminuição do ganho de peso, aumento na incidência de doenças, e redução na capacidade reprodutiva. Já do ponto de vista econômico, as micotoxinas afetam o agronegócio, interferindo em

relações comerciais e reduzindo a produção animal e agrícola (Leung, Díaz-Llano e Smith, 2006).

As aflatoxinas (Afla) são micotoxinas de ocorrência natural, produzidas por *Aspergillus flavus*, *A. nominus* e *A. parasiticus* (RAWAL et al., 2010), sendo amplamente encontradas em matérias-primas de rações utilizadas para a produção de aves e suínos. Mallmann et al. (2017) encontraram uma positividade de 47% de afla em amostras de milho analisadas no período de 2008 a 2017. A contaminação média verificada foi de 9 µg/kg e uma média de 19 µg/kg considerando somente as amostras contaminadas. Em especial são encontradas no milho e podem levar a quadros clínicos agudos ou crônicos de aflatoxicose nesses animais (BOCHIO et al., 2010). Estudos indicam que as afla interferem na imunidade inata, humoral e celular, provocando depleção linfóide, falhas no desenvolvimento de órgãos linfóides como bursa de Fabricius e suprimindo a produção de anticorpos como imunoglobulinas (JIANG et al., 2015).

As fumonisinas formam um grupo de micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Fusarium* e *Alternaria*, sendo que linhagem do *F. moniliforme* é comprovadamente a maior produtora. Dentre as fumonisinas somente a FB1, FB2 e FB3, apresentam ocorrência e importância toxicológica relevante (MALLMANN e DILKIN, 2007). Mallmann et al. (2017) encontraram uma positividade de 81% em amostras de milho analisadas no período de 2008 a 2017. Os autores verificaram uma contaminação média de 1.990 µg/kg e uma média de 2.454 µg/kg considerando apenas as amostras contaminadas. A severidade dos sinais clínicos está associada à dose ingerida, tempo de exposição, espécie e condições nutricionais (PIERRON, 2016). Suínos e equinos são mais susceptíveis aos efeitos tóxicos das fumonisinas do que a maioria das aves domésticas. Em frangos de corte pode ser observado diminuição do peso vivo, queda no consumo de ração, aumento do peso relativo de fígado e necrose hepática (TESSARI, 2010). A presença desses metabólitos pode estar associada ao decréscimo no peso de órgãos linfóides como bursa de Fabricius, baço e timo (CHENG et al., 2006).

O deoxinivalnol (DON) é produzido por fungos do gênero *Fusarium*. É o tricoteceno encontrado com maior prevalência em alimentos, destinados a animais em todo mundo. A presença de DON nas dietas de frangos de corte e suínos pode afetar parâmetros zootécnicos, ocasionando a diminuição do ganho de peso, diminuição do consumo de ração e afetando a síntese proteica (PINTON e OSWALD, 2014).

A ingestão de DON normalmente resulta em uma série de sinais clínicos como vômito, diarreia, queda no consumo de ração e ganho de peso. A exposição de DON pode

comprometer as células intestinais por duas razões principais. O epitélio intestinal é exposto diretamente a altas doses. E o epitélio intestinal é afetado pela inibição da síntese proteica, ocasionada assim, uma taxa de mitose diminuída (GHAREEB et al., 2014). Esse fator pode resultar em falhas no mecanismo imunológico dos animais intoxicados, os deixando susceptíveis a infecções secundárias (ANTONISSEM et al., 2014).

## 2.2. Ácidos Orgânicos

A proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento na indústria avícola acarretou decréscimo de produtividade, então pesquisadores vêm explorando alternativas igualmente eficazes que sejam capazes de manter a sanidade e bem-estar animal e que não tenham impacto negativo na saúde do consumidor (SHANMUGAVELU et al., 2006; GOODARZI BOROOJENI et al., 2014). Para superar a queda de desempenho dos animais, o setor avícola precisou encontrar soluções alternativas, tais como uso de ácidos orgânicos, probióticos, prebióticos, enzimas digestivas entre outros na produção de aves (BAGAL et al., 2016).

Quimicamente os ácidos orgânicos são considerados como qualquer substância de estrutura geral R-COOH, gerando grupos de compostos relacionados, como aminoácidos, ácidos graxos, coenzimas e metabolitos secundários (PICKLER et al., 2012). A cadeia de um ácido orgânico pode ser agrupada em ácidos graxos de cadeia curta, média ou longa de acordo com o número de carbonos presentes em sua molécula, 1-6, 7-10 e 11 ou mais carbonos respectivamente (DIBNER e BUTTIN, 2002). Esses compostos podem ser naturalmente encontrados no trato intestinal, oriundos da fermentação bacteriana (PARTENEN e MROZ, 1999).

Os efeitos positivos dos ácidos orgânicos estão diretamente ligados à saúde e desenvolvimento intestinal dos animais, pois esses compostos possuem atividade antimicrobiana e auxiliam na digestibilidade da proteína. Além disso, esses ácidos também são capazes de promover aumento da secreção de enzimas digestivas e até mesmo fornecer nutrientes para as células intestinais, aumentando assim a integridade e função da barreira intestinal (DE LANGE et al., 2010).

Contudo as misturas de ácidos na dieta sólida podem levar a diversos problemas como corrosão das máquinas, absorção da umidade e volatilização ácida durante o processo

de fabricação e armazenamento. Esses problemas podem ser minimizados adicionando os ácidos orgânicos à água dos animais (DE BUSSE et al., 2011).

**3. ARTIGO**

**EFICÁCIA DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS COMERCIAIS NO DESEMPENHO  
ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM  
MICOTOXINAS**

B. R. Schavetock, D. Liberalesso, A. L. Veronese, G. V. Folletto, P. Dilkin,  
S. A. Botton e H. F. Santos

(Artigo submetido à revista Acta Scientiae Veterinariae)

## TÍTULO

**Eficácia dos ácidos orgânicos comerciais no desempenho de frangos de corte desafiados com micotoxinas**

**Effectiveness of commercial organic acids in the performance of mycotoxins challenged in broilers chickens**

**Bruno Ruberto Schavetock<sup>1</sup>, Diogo Liberalesso<sup>1</sup>, Arian Luis Veronese<sup>1</sup>,  
Gabriela Vidal Folletto<sup>1</sup>, Paulo Dilkin<sup>1</sup>, Sônia de Avila Botton<sup>1</sup>, Helton Fernandes  
dos Santos<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Laboratório Central de Diagnóstico em Patologias Aviárias, Departamento  
de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Federal de Santa Maria  
(UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. CORRESPONDENCE: Santos,**

**H. F.**

**lcdpa.ufsm@gmail.com - Tel.: +55(55) 32208072] Avenida Roraima n. 1000,  
prédio 44, sala 5151. CEP 97105-900 Santa Maria, RS, Brazil.**

## RESUMO

**Background:** A utilização de ácidos orgânicos em dietas como em água de frangos de corte tem apresentado resultados promissores em substituição de antibióticos promotores de crescimento. Por isso, objetivou-se avaliar os efeitos dos ácidos orgânicos na ração e na água de bebida de frangos, desafiados com micotoxinas.

**Materiais, Métodos & Resultados:** Utilizou-se frangos de corte da linhagem Cobb 500<sup>®</sup>, machos, durante 1-42 dias de idade em seis tratamentos (T) com oito repetições de 27 aves cada totalizando 216 aves por tratamento. Os tratamentos foram formados conforme a adição dos produtos (A, B e C) à água ou ração e micotoxinas à ração: T1 fornecido dieta basal, nos grupos T2 ao T6 foram adicionados na ração: 0,15 mg/kg de aflatoxinas, 50 mg/kg de fumonisinas e 25 mg/kg de deoxinivalenol. Na água ou ração foram

adicionados: T3 - produto B; T4 produtos A, B e C; T5 produtos A e B e no T6 os produtos B e C. O ácido A (composto por ácidos graxos de cadeia média, butirato e compostos fenólicos) foi fornecido conforme a fase de crescimento das aves nas proporções: 1,5 kg/t (fase inicial), 1 kg/t (fase de crescimento) e 0,5 kg/t (fase final). O produto B (composto por minerais de argila esmectita, biopolímero de glicose e  $\beta$ -glucanos) foi adicionado 1,5 kg/t na ração e o produto C (composto por uma combinação de ácido acético e ácido fórmico) foi diluído na água de beber na concentração de 1 litro por m<sup>3</sup> de água. Os parâmetros zootécnicos mensurados semanalmente até os 42 dias de idade foram: consumo de ração; peso vivo; ganho de peso diário e conversão alimentar.

**Discussão:** Os grupos T4, T5 e T6 apresentaram melhora do peso corporal e ganho de peso diário ( $P \leq 0,05$ ) em relação aos outros tratamentos no período de 35 a 42 dias de desafio com micotoxinas. De acordo com a literatura, a presença de micotoxinas nas dietas causam efeitos prejudiciais ao desempenho zootécnico dos animais. O presente estudo tem observado que a adição de ácidos orgânicos nas dietas tanto na água de bebida quanto nas rações, ou em conjunto reduziu o efeito das toxinas fumonisinas, aflatoxinas e deoxinivalenol quando comparadas ao controle positivo, melhorando o ganho de peso das aves e o peso corporal.

**Palavras-chave:** Ácidos orgânicos, Micotoxinas, Desempenho, Frangos.

## **Abstract**

**Background:** The use of organic acids in diets such as in broiler water has shown promising results in replacement of growth promoting antibiotics. Therefore, the objective was to evaluate the effects of organic acids in the feed and drinking water of chickens challenged with mycotoxins.

**Materials, Methods & Results:** Cobb 500® male broilers were used for 1-42 days of age in six treatments (T) with eight replicates of 27 birds each, totaling 216 birds per treatment. The treatments were formed according to the addition of products (A, B and C) to water or ration and mycotoxins to the ration: T1 provided basal diet, in groups T2 to T6 were added to the ration: 0.15 mg/kg of aflatoxins, 50 mg/kg fumonisins and 25 mg/kg deoxynivalenol. In the water or feed were added: T3 - product B; T4 products A, B and C; T5 products A and B and in T6 products B and C. Acid A (composed of medium chain fatty acids, butyrate phenolic compounds) was supplied according to the growth phase of the birds in the proportions: 1.5 kg/t (phase initial phase), 1 kg/t (growth phase) and 0.5 kg/t (final phase). Product B (composed of smectite clay minerals, glucose biopolymer and  $\beta$ -glucans) was added at 1.5 kg/t in the ration and product C (composed of a combination of acetic acid and formic acid) was diluted in the water of drink at a concentration of 1 liter per m<sup>3</sup> of water. The zootechnical parameters measured weekly up to 42 days of age were: feed consumption; live weight; daily weight gain and feed conversion.**Discussion:** Groups T4, T5 and T6 showed improvement in body weight and daily weight gain ( $P \leq 0.05$ ) in relation to the other treatments in the period of 35 to 42 days of mycotoxin challenge. According to the literature, the presence of mycotoxins in diets causes harmful effects on the zootechnical performance of animals. The present study has observed that the addition of organic acids in the diets, both in drinking water and in the rations, or together reduced the effect of fumonisin toxins, aflatoxins and deoxynivalenol when compared to the positive control, improving bird weight gain and body weight.**Keywords:** Organic Acids, Mycotoxins, Performance, Chickens.

## INTRODUÇÃO

O uso de antibióticos melhoradores de desempenho em frangos destinados ao consumo humano foi proibido em vários países [12]. Em função dessas restrições, diversos produtos melhoradores de desempenho vêm sendo estudados em frangos. [4]. Entre eles, os ácidos orgânicos estão apresentando resultados promissores sem deixar resíduos na carne como os antibióticos promotores de crescimento [5]. Atuam diminuindo o pH gástrico, potencializando a ação de enzimas digestivas como a pepsina. Devido ao acréscimo da atividade enzimática ocorre melhora na digestão de nutrientes, especialmente de proteínas, o que pode diminuir os custos de produção e aumento da produtividade das aves [7].

Diversos grãos cultivados em diferentes condições ecofisiológicas são empregados como matérias-primas para alimentação de aves. Assim, possui-se também grande potencial de contaminação por diferentes fungos e diferentes micotoxinas. [8]. Estas são metabólitos secundários tóxicos de fungos filamentosos, que contaminam diversas matérias-primas durante seu crescimento na lavoura e/ou armazenamento [10]. Mais de 500 micotoxinas são conhecidas, sendo que no nosso meio, temos cerca de 80% dos alimentos das aves contaminadas por uma ou mais toxinas dos principais grupos: aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina A, tricotecenos ou zearalenona.

Assim, objetivou-se avaliar a eficácia de combinações de três produtos comerciais, avaliando o desempenho zootécnico (ganho de peso, consumo de ração, peso vivo e conversão alimentar) de frangos de corte, desafiados com micotoxinas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Animais e delineamento experimental*

Utilizou-se 1296 frangos de corte da linhagem Cobb 500®, machos, mantidos dos 1-42 dias de idade. Os animais foram alojados em galpão convencional, equipados com boxes individuais de 3 m<sup>2</sup> com cama de casca de arroz, comedouros tubulares semiautomáticos e bebedouros automáticos do tipo pendular. O controle de temperatura foi realizado a partir de fornalhas para aquecimento e ventilação através de manejo de cortina. O programa de luz foi executado de acordo com o manual da linhagem. A ração e a água foram ofertadas ad libitum durante todo período experimental. As rações foram

fornecidas em três fases: inicial (1-14 dias), crescimento (15-35 dias) e final (36- 42 dias) seguindo as necessidades das aves contida no manual da linhagem.

As aves foram divididas em seis grupos (T1 ao T6), com oito repetições cada, com 27 animais totalizando 216 aves em cada tratamento, todos grupos receberam dieta basal. O grupo T1 foi fornecido apenas a dieta basal, nos grupos T2 ao T6 foram adicionados na ração: 0,15 mg/kg de aflatoxinas (Afla), 50 mg/kg de fumonisinas (Fumo) e 25 mg/kg de deoxinivalenol (Don).

Foram adicionados nos demais grupos três produtos comerciais denominados como A, B e C. O produto A (composto ácidos graxos de cadeia média, butiratos e compostos fenólicos) fornecido conforme a fase de crescimento das aves como segue: 1,5 kg/t (fase inicial), 1 kg/t (fase de crescimento) e 0,5 kg/t (fase final), o produto B (composto por minerais de argila esmectita, biopolímero de glicose e  $\beta$ -glucanos) foi adicionado 1,5 kg/t na ração em todas as fases e o produto C (composto por uma combinação de ácido acético e ácido fórmico) foi diluído na água de bebida na concentração de 1 litro por m<sup>3</sup> de água em todas as fases. No grupo T3 foi adicionado produto B, no grupo T4 os produtos A, B e C, no grupo T5 os produtos A e B e no grupo T6 os produtos B e C, conforme a tabela 1.

As micotoxinas utilizadas no experimento foram oriundas de cultivo de cepas dos fungos *Aspergillus parasiticus* (aflatoxinas), *Fusarium moniliforme* (fumonisinas), *Fusarium graminearum* (deoxinivalenol) conforme Galib Al-Kassi. (2009) [5].

Após a produção das micotoxinas, essas foram quantificadas por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a espectrometria de massas sequenciais (CLAE-EM/EM). Após a quantificação foi adicionado em proporções adequadas as rações através do misturador vertical de rosca. Feito esse processo de adição das micotoxinas uma nova quantificação através de CLAE-EM/EM foi realizada para a aferição final das quantidades de micotoxinas na ração.

#### *Análise de desempenho zootécnico*

O ganho de peso das aves foi aferido por pesagens periódicas com balança de precisão. As pesagens foram realizadas semanalmente (0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias), seguindo o mesmo horário e sequência. Para a pesagem, as aves foram acondicionadas em caixas plásticas, considerando peso líquido. A avaliação consistiu no peso, ganho de peso diário (GPD), consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade. A ração foi

pesada semanalmente, junto com a pesagem das aves em balança comercial. A conversão alimentar (CA) foi estimada através da relação consumo de alimento (kg/ave/dia) dividido pelo ganho de peso (kg/ave/dia).

#### *Análise estatística*

Os dados obtidos foram analisados através de análise estatística descritiva (média e coeficiente de variação) sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o teste de Duncan a 5% de significância para comparação das médias. A análise foi realizada a partir do programa estatístico Statgraphics, versão Centurion XV<sup>®</sup>.

## **RESULTADOS**

A inclusão de micotoxinas não reduziu o consumo de ração das aves no período de 1 a 42 dias conforme tabela 2 ( $P > 0,05$ ). As aves T2 (controle positivo) com 42 dias apresentaram menor ganho de peso (6,13%), e menor ganho de peso diário (6,22%) comparando com animais do grupo T1. O T4 (Produto A + Produto B + Produto C), o T5 (Produto A + Produto B) e o T6 (Produto B + Produto C) apresentaram melhora do peso corporal e ganho de peso diário ( $P \leq 0,05$ ) em relação ao T2, conforme tabela 3 e 4.

A conversão alimentar não apresentou diferença significativa entre as médias dos tratamentos no período experimental (1 a 42 dias) ( $P > 0,05$ ), tabela 5.

## **DISCUSSÃO**

Os resultados deste estudo indicaram que a inclusão das micotoxinas (aflatoxinas, fumonisinas e desoxinivalenol) com ou sem tratamento com ácidos orgânicos não influenciaram significativamente o consumo de ração durante o período experimental. No entanto, o impacto observado nos demais indicadores de produtividade (ganho de peso e ganho de peso diário) demonstram um quadro assintomático já observado em outros estudos [3]. O impacto negativo de micotoxinas [10] e impacto positivo de ácidos

orgânicos [1] foram anteriormente observados quando aplicadas doses maiores nos tratamentos das aves [13, 4].

Frangos eram consideradas tolerantes à presença de fumonisinas e desoxinivalenol na dieta quando comparadas a outras espécies como equinos e suínos [10]. Para avaliar o efeito destas micotoxinas, pesquisadores avaliaram o efeito da combinação de fumonisinas e desoxinivalenol em aves, utilizando doses de (1,5 mg/kg + 20 mg/kg) ou (5,0 mg/kg + 20 mg/kg), respectivamente. Ao final dos 21 dias observaram redução da digestibilidade de matéria seca e energia ileal, afetando negativamente o ganho de peso das aves que receberam a combinação de micotoxinas em relação ao grupo controle. Contudo, não foi observado diferença em relação a conversão alimentar [9]. Em um outro estudo experimental com 100 µg/kg de aflatoxina B<sub>1</sub> foi observado que após 4 semanas de alimentação as aves apresentaram redução significativa quanto ao ganho de peso quando comparadas aos demais grupos [4]. Corroborando com estes trabalhos, o presente estudo demonstra que frangos alimentados por 42 dias com dieta contaminada com 0,15 mg/kg de aflatoxinas, 50,0 mg/kg de fumonisinas e 25,0 mg/kg de desoxinivalenol tiveram menor peso corporal (-6,13%) do que o controle negativo ( $P \leq 0,05$ , tabela 2) e menor ganho de peso diário (-6,22%) do que o controle negativo ( $P \leq 0,05$ , tabela 4). Observou-se também que a combinação dos produtos A, B e C resultaram em melhor peso corporal ( $P \leq 0,05$ , tabela 3) e melhora no ganho de peso diário ( $P \leq 0,05$ , tabela 4). Esses efeitos benéficos podem ser atribuídos aos ácidos orgânicos, pois estes melhoram a digestibilidade da proteína e de aminoácidos melhorando o desempenho e ganho de peso das aves [12].

Resultados semelhantes foram encontrados com a adição na dieta de frangos de 0,1% de ácido fórmico, 0,2% de ácido propiônico e 0,3% de ácido fórmico + propiônico. Houve melhora significativamente ( $P < 0,05$ ) no ganho de peso e no ganho de peso médio diário das aves [5]. Em outro estudo, os resultados também corroboram os achados obtidos no presente trabalho, em que as aves receberam suplementação de ácidos orgânicos (3% de ácido butírico, 3% de ácido fumárico, 3% de ácido láctico) na dieta basal por um período de 42 dias. Foi observado ao final do experimento, significativo ganho de peso ( $P < 0,05$ ) nas aves suplementadas quando comparadas ao grupo controle [7].

No entanto, os resultados não são compatíveis com os encontrados em outro estudo [8], em que os pesquisadores concluíram que a utilização de 0,25% de concentração de ácido acético e 0,25% de ácido cítrico na água de bebida das aves não

induziram efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) quanto ao ganho de peso, quando comparado sobre o grupo controle.

## CONCLUSÃO

A adição dos ácidos orgânicos nas duas formas, tanto na ração (produto A) quanto na água de bebida dos animais (produto C) e em conjunto trouxeram um efeito benéfico para os frangos desafiados com aflatoxinas, fumonisinas e desoxinivalenol, quando comparados com o controle positivo, nos parâmetros de ganho de peso e peso corporal. O produto B quando utilizado separadamente aos demais ácidos, não promoveu diferença em ralação ao controle positivo. Outros estudos devem ser efetuados avaliando-se também outros critérios que possam melhor elucidar os benefícios do uso de ácidos orgânicos em dietas contendo micotoxinas para frangos de corte.

### *Comitê de ética*

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética no uso de animais da SAMITEC- Soluções Analíticas, Microbiológicas e Tecnológicas LTDA. Número E001/01/2021.

### *Declaração de interesse*

Os autores relatam não haver nenhum conflito de interesse. Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo.

### *Acknowledgments*

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal de Santa Maria e à SAMITEC- Soluções Analíticas, Microbiológicas e Tecnológicas LTDA. Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil, Código Financeiro 001.

## REFERÊNCIAS

**1 ADEWOLE, Deborah I., OLADOKUN, Samson., SANTIN, Elizabeth., 2021** Effect of organic acids-essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health. *Animal Nutrition*.

**2 AZIZI, Tayebe et al. 2021** The impact of deoxynivalenol contaminated diet on performance, immune response, intestine morphology and jejunal gene expression in broiler chicken. *Toxicon*.

**3 Andretta, P.A.; Kipper, M.; Lehnen, L.; Hauschild, L.; Valle, M.M.; Lovatto, P.A. 2011.** Meta-analytical study of productive and nutritional interactions of mycotoxins in broilers. *Poultry Science*. 90(9): 1934-1940. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01470>.

**4 Bintvihok, A., Kositcharoenkul, S. 2006.** Effect of dietary calcium propionate on performance, hepatic enzyme activities and aflatoxin residues in broilers fed a diet containing low levels of aflatoxin B1. *Toxicon*.47(1):41-6. doi: 10.1016/j.toxicon.2005.09.009. Epub 2005 Nov 18. PMID: 16298407.

**5 Galib Al-Kassi, A., Aqeel Mohssen, M. 2009.** Comparative study between single organic acid effect and synergistic organic acid effect on broiler performance. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8: 896-899. DOI: 10.3923/pjn.2009.896.899 URL: <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2009.896.899>

**6 Ismaiel A.A. & Papenbrock J. 2015.** Mycotoxins: producing fungi and mechanisms of phytotoxicity. *Agriculture*. 5(3). 492-593. DOI: 10.3390/agriculture5030492

**7 Kamal, A.M., Ragaa, N.M. 2014.** Effect of dietary supplementation of organic acids on performance and serum biochemistry of broiler chicken. *Nature and Science*, 12 (2): 38-45.

**8 Kopecký, J., Hrnčár, C., Weis, J. 2012.** Effect of organic acids supplement on performance of broiler chickens. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 45(1): 51-54.

**9 Liu, J.D., Doupovec, B., Schatzmayr, D., Murugesan, G.R., Bortoluzzi, C., Villegas, A.M, Applegate, T.J. 2020.** The impact of deoxynivalenol, fumonisins, and

their combination on performance, nutrient, and energy digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*. 99(1):272-279. doi: 10.3382/ps/pez484. Epub 2019 Dec 30. PMID: 32416811; PMCID: PMC7587770.

**10 Murugesan G.R., Ledoux D.R., Naehrer K., Berthiller F., Applegate T.J., Grenier B., Phillips T.D., Schatzmayr G. 2015.** Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*, 94:1298–1315.

**11 OLIVEIRA, C.A.F.; ALBUQUERQUE, R.; CORREA, B.; KOBASHIGAWA, E.; REIS, T.A.; FAGUNDES, A.C.A.; LIMA, F.R. 2001** Produção e qualidade dos ovos de poedeiras submetidas à intoxicação prolongada com aflatoxina B1. *Arquivo do Instituto Biológico de São Paulo*, v.68, n.2, p.1-4.

**12 Omogbenigun, F.O., Nyachti, C.M., Solminski, B.A. 2003.** The effect of supplementing microbial phytase and organic acids to corn-soybean based diet fed to early-weaned pigs. *Journal Animal Science*. 81: 1806-1813.

**13 SOUSA, Marcela CS et al. 2020.** Pathogenetic effects of feed intake containing of fumonisin (*Fusarium verticillioides*) in early broiler chicks and consequences on weight gain. *Microbial Pathogenesis*, v. 147, p. 104247, 2020.

**Tabela 1.** Protocolo experimental com as doses de cada micotoxina e cada produto adicionado nas dietas de frangos de corte criados do 1° ao 42° dias.

Tratamento	Afla (mg/kg)	Fumo (mg/kg)	Don (mg/kg)	Produto A (kg/ton)	Produto B (kg/ton)	Produto C (L/m <sup>3</sup> )
T1						
T2	0,15	50	25			
T3	0,15	50	25		1,5	
T4	0,15	50	25	1,5/ 1/ 0,5	1,5	1
T5	0,15	50	25	1,5/ 1/ 0,5	1,5	
T6	0,15	50	25		1,5	1
Total						

**Tabela 2.** Consumo de ração de frangos de corte alimentados com dieta contaminada por micotoxinas, suplementada ou não com produtos A, B e C por 42 dias.

Dias de tratamento	Tratamentos						Estatística	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	CV (%)	P-Value
1 a 7	159	155	153	157	152	151	5,3	0,3893
7 a 14	554	538	549	525	511	533	5,8	0,0668
14 a 21	1143	1114	1111	1089	1064	1125	5,2	0,0933
21 a 28	2161	2146	2128	2104	2130	2144	3,1	0,6068
28 a 35	3450	3386	3371	3344	3352	3373	3,0	0,3172
35 a 42	4754	4742	4695	4702	4727	4738	2,8	0,9418

CV: Coeficiente de variação (%).

T1: dieta basal; T2: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don; T3: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B; T4: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C; T5: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B; T6: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C.

**Tabela 3.** Peso corporal de frangos de corte alimentados com dieta contaminada por micotoxinas, suplementada ou não com os produtos A, B e C por 42 dias.

Dias de tratamento	Tratamentos						Estatística	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	CV (%)	P-Value
1 d	44	44	44	44	44	44	1,3	0,9847
7 d	170	165	162	165	161	162	4,1	0,0773
14 d	503 <sup>a</sup>	482 <sup>b</sup>	480 <sup>b</sup>	479 <sup>b</sup>	470 <sup>b</sup>	476 <sup>b</sup>	3,8	0,0126
21 d	1004 <sup>a</sup>	959 <sup>c</sup>	966 <sup>bc</sup>	990 <sup>ab</sup>	967 <sup>bc</sup>	982 <sup>abc</sup>	2,7	0,0071
28 d	1722 <sup>a</sup>	1646 <sup>c</sup>	1649 <sup>bc</sup>	1699 <sup>ab</sup>	1650 <sup>bc</sup>	1640 <sup>c</sup>	2,6	0,0008
35 d	2515 <sup>a</sup>	2395 <sup>bc</sup>	2389 <sup>c</sup>	2473 <sup>ab</sup>	2425 <sup>bc</sup>	2403 <sup>bc</sup>	3,1	0,0067
42 d	3248 <sup>ab</sup>	3049 <sup>c</sup>	3133 <sup>bc</sup>	3271 <sup>a</sup>	3188 <sup>ab</sup>	3201 <sup>ab</sup>	3,4	0,0018

CV: Coeficiente de variação (%).

a-c= Médias das colunas com letras distintas diferem pelo teste de Duncan (P<0,05).

T1: dieta basal; T2: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don; T3: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B; T4: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C; T5: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B; T6: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C.

**Tabela 4.** Ganho de peso diário das aves alimentadas com dieta contendo micotoxinas, suplementadas ou não com os produtos A, B e C, por 42 dias.

Dias de tratamento	Tratamentos						Estatística	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	CV (%)	P-Value
1 a 7	17,9 <sup>a</sup>	17,2 <sup>ab</sup>	16,8 <sup>b</sup>	17,3 <sup>ab</sup>	16,7 <sup>b</sup>	16,8 <sup>b</sup>	5,3	0,0517
7 a 14	32,7 <sup>a</sup>	31,3 <sup>b</sup>	31,1 <sup>b</sup>	31,1 <sup>b</sup>	30,4 <sup>b</sup>	30,8 <sup>b</sup>	4,1	0,0119
14 a 21	45,7 <sup>a</sup>	43,6 <sup>c</sup>	43,9 <sup>bc</sup>	45,0 <sup>ab</sup>	43,9 <sup>bc</sup>	44,6 <sup>ab</sup>	2,8	0,0068
21 a 28	59,9 <sup>a</sup>	57,2 <sup>c</sup>	57,3 <sup>bc</sup>	58,8 <sup>ab</sup>	57,3 <sup>bc</sup>	57 <sup>c</sup>	2,6	0,0008
28 a 35	70,6 <sup>a</sup>	67,1 <sup>bc</sup>	67 <sup>c</sup>	69,4 <sup>ab</sup>	68,0 <sup>bc</sup>	67,4 <sup>bc</sup>	3,1	0,0065
35 a 42	76,3 <sup>ab</sup>	71,5 <sup>c</sup>	73,5 <sup>bc</sup>	76,8 <sup>a</sup>	74,8 <sup>ab</sup>	75,2 <sup>ab</sup>	3,5	0,0017

CV: Coeficiente de variação (%).

a-c= Médias das colunas com letras distintas diferem pelo teste de Duncan (P<0,05).

T1: dieta basal; T2: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don; T3: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B; T4: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C; T5: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B; T6: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C.

**Tabela 5.** Conversão alimentar das aves alimentadas com dieta contendo micotoxinas, suplementadas ou não com os produtos A, B e C, por 42 dias.

Dias de tratamento	Tratamentos						Estatística	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	CV (%)	P-Value
1 a 7	0,936	0,938	0,949	0,952	0,948	0,939	5,7	0,9842
7a 14	1,103	1,117	1,149	1,105	1,087	1,124	6,4	0,6002
14 a 21	1,143	1,161	1,155	1,110	1,106	1,159	5,3	0,2304
21 a 28	1,278	1,302	1,309	1,291	1,298	1,337	3,0	0,0758
28 a 35	1,406	1,448	1,446	1,421	1,425	1,457	2,9	0,1037
35 a 42	1,519	1,567	1,558	1,522	1,547	1,553	3,0	0,2345

CV: Coeficiente de variação (%).

T1: dieta basal; T2: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don; T3: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B; T4: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C; T5: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + (1,5;1;0,5kg/ton) produto A + 1,5 kg/ton produto B; T6: dieta basal com 1,5 mg.kg<sup>-1</sup> de Afla + 50 mg.kg<sup>-1</sup> Fumo + 25 mg.kg<sup>-1</sup> Don + 1,5 kg/ton produto B+ 1l/m<sup>3</sup> produto C.

#### **4. CONCLUSÃO**

Micotoxinas são substâncias tóxicas capazes de interferir no organismo das aves. A presença desses compostos como aflatoxinas, fumonisinas e deoxinivalenol nas dietas de frangos de corte é causa de grande preocupação na cadeia de produção avícola. Essas micotoxinas estão diretamente relacionadas com a perda de produtividade e aumento de custos. Assim, a utilização dos ácidos orgânicos tanto na ração, como em água de bebida, demonstrou ser uma importante alternativa para a redução desses custos melhorando desempenho das aves. Contudo, a preocupação em relação as micotoxinas deve ser mantida e monitorada, para que não se dependa exclusivamente da utilização de aditivos nas dietas dos animais.

## 5. REFERÊNCIAS

- ANTONISSEN, G. et al. The mycotoxin deoxynivalenol predisposes for the development of *Clostridium perfringens*-induced necrotic enteritis in broiler chickens. **Plos One**, v. 9, n. 9, p. 1-8, 2014.
- BAGAL, V. L. et al. Relative efficacy of organic acids and antibiotics as growth promoters in broiler chicken. **Veterinary World**, v.9, n.4, p.377-382, 2016.
- BOCHIO, V. et al. Efeitos da aflatoxina na produção avícola: Revisão. **PUBVET**, v. 11, n. 8, p. 832-839, 2017.
- BRADBURN, N.; COKER, R.D. Aflatoxin contamination in maize. **Tropical Science**, London, v.33, n.44, p.418-428, 1993.
- CHENG, et al. Effect of fumonisins on macrophage immune functions and gene expression of cytokines in broilers. **Archives of Animal Nutrition**, v. 60, p. 267-276, 2006.
- CREPPY, E.E.; CHIARAPPA, P.; BAUDRIMONT, I.; BORRACCI, P.; MOUKHA, S.E.; CARRATÚ, M.R. Synergistic effects of fumonisin B1 and ochratoxin A: are in vitro cytotoxicity data predictive of in vivo acute toxicity? **Toxicology**, Amsterdam, v.201,p.115-123, 2004.
- DE BUSSER, V. E. et al. Effect of administration of organic acids in drinking water on faecal shedding of *E. coli*, performance parameters and health in nursery pigs. **The Veterinary Journal**, v. 188, p. 184–188, 2011.
- DE LANGE, C. F. M. et al. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. **Livestock Science**, v.134, n.1-3, p. 124-134, 2010.
- DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, n.4, p.453–463, 2002.
- ELLIS, W. O.; SMITH, J.P.; SIMPSON, B.K.; OLDHAM, J.H. Aflatoxins in food: occurrence, biosynthesis, effects on organisms, detection, and methods of control. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Amherst, v.30, n.4, p.403-439,1991.
- FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Disponível em <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/mycotoxins/es/> **2015**. Acesso em 02 de setembro de 2020.
- GHAREEB, K. et al. Impacts of the feed contaminant deoxynivalenol on the intestine of monogastric animals: poultry and swine. **Journal of Applied Toxicology**, v. 35, n. 4, p. 327-337, 2014.

GOODARZI BOROOJENI, F. et al. The effects of different thermal treatments and organic acid levels in feed on microbial composition and activity in gastrointestinal tract of broilers. **Poultry Science**, v.93, n. 6, p. 1440-1452, 2014.

HERNÁNDEZ, F. et al. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.47, n.1, p.55-56, 2006.

JIANG, M. et al. Effect of aflatoxin B1 on IgA+ cell number and immunoglobulin mRNA expression in the intestine of broilers. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, v. 37, n. 5, p. 450-457, 2015.

KUMAR, V. et al. Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities. **Crop Protection**, v. 27, n. 6, p. 891-905. 2008.

LUMEIJ, J.T. Avian Clinical Biochemistry. In: KANEKO, J.J., HARVEY, J.W., BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

MALLMANN, C.A.; DILKIN, P. **Micotoxinas e Micotoxicoses em Suínos**. Santa Maria: Pallotti, 2007. 238 p.

MALLMANN, C. A. et al. Prevalência das micotoxinas no Brasil e impactos sobre a produção. In: **XVIII Congresso da Abraves 2017**. GO. Anais... p. 215-229. 2017.

RAWAL, S.; KIM, J. E.; COULOMBE, JR. R. Aflatoxin B1 in poultry: Toxicology, metabolism and prevention. **Research in Veterinary Science**, v. 89, p. 325-331, 2010.

RODJAN, P. et al. Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.107, n.2, p.931-940, 2017.

ROSA, C.A.R. et al. Evaluation of the efficacy of bentonite from the south of Argentina to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers. **Poultry Science**, v. 80, p. 139-144. 2001.

LEUNG, M. C. K.; DÍAZ-LLANO, G.; SMITH, T. K. Mycotoxins in Pet Food: A Review on Worldwide Prevalence and Preventative Strategies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 26, p. 9623-9635, 2006/12/01 2006.

PINTON, P.; OSWALD, I. P. Effect of deoxynivalenol and other type B trichothecenes on the intestine: a review. **Toxins**, v. 6, n. 5, p. 1615-1643, 2014.

PIERRON, A.; ALASSANE-KPEMBI, I.; OSWALD, I. P. Impact of two mycotoxins deoxynivalenol and fumonisin on pig intestinal health. **Porcine Health Management**, v. 2, n. 21, p. 1-8, 2016.

PATERNEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v. 12, n.1, p.117-145, 1999.

PICKLER, L. et al. Avaliação microbiológica, histológica e imunológica de frangos de corte desafiados com *Salmonella* Enteritidis e Minnesota e tratados com ácidos orgânicos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n.1, p.27-36, 2012.

SHANMUGAVELU, S. et al. A fermentation assay to evaluate the effectiveness of antimicrobial agents on gut microflora. **Journal of Microbiological Methods**, v.67, n.1, p.93-101, 2006.

TESSARI, E. N. C. et al. Effects of Aflatoxin B1 and Fumonisin B1 on Blood Biochemical Parameters in Broilers. **Toxins**, v. 2, p. 453-460, 2010.